



Экз. № 1

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНОБОРОНЫ РОССИИ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
КАЗЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
4 ЦЕНТРАЛЬНЫЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ  
МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ученому секретарю  
диссертационного совета Д 212.298.09  
ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский  
государственный университет»  
Е.А.ЛАЗАРЕВУ  
454080, г. Челябинск, пр. им. В.И.Ленина, 76

г. Юбилейный, 141091

«24» 12 2014 № 2734/В

На № \_\_\_\_\_

### Отзыв

на автореферат диссертационной работы Карпова Егора Константиновича на тему «Повышение подвижности быстроходной гусеничной машины на основе перераспределения во времени управляющих силовых воздействий», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.03 – Колесные и гусеничные машины

Одним из основных эксплуатационных свойств быстроходных гусеничных машин (БГМ) является подвижность, оцениваемая скоростными качествами. Росту потенциальных скоростных качеств современных гусеничных машин способствует повышение их удельной мощности, совершенствование трансмиссий, систем управления движением и информационного обеспечения. Однако реализация потенциальных скоростных качеств ограничивается рядом динамических явлений, характеризующих управляемость при прямолинейном движении и в процессе поворота.

Одним из способов повышения степени реализации потенциальных скоростных качеств и управляемости быстроходной гусеничной машины является введение в систему управления движением БГМ корректирующего устройства - ПИД-регулятора. Однако эффективность такого решения ограничена вследствие вариации параметров конструкции гусеничной машины, входящих в математическую модель и определяющих собственную частоту системы и её демпфирующие свойства, в соответствии с которыми синтезирован регулятор. В частности, параметры сенсора бокового движения вследствие вариации этих параметров сильно зашумлены и их сигналы существенно запаздывают относительно управляющего воздействия, что снижает эффективность обратной связи.

В настоящее время для организации обратной связи трудно формализуемых систем используется метод перераспределения во времени управляющих силовых воздействий. Применение нового информационного подхода для повышения степени реализации потенциальных скоростных качеств БГМ и определяет актуальность исследования.

Целью работы является повышение подвижности быстроходной гусеничной машины с применением перераспределения управляющих силовых воздействий во времени с последующим синтезом автоматизированной системы управления движением.



Научная новизна работы заключается в следующем:

– уточнена компьютерная математическая модель динамики управляемого движения, отличающаяся введением не учитываемой ранее вариации параметров конструкции, определяющих собственную частоту системы, её демпфирующие свойства, а также существенные нелинейности в системе управления движением;

– впервые разработан метод перераспределения во времени управляющих силовых воздействий для повышения подвижности БГМ. Для организации функционирования системы управления движением используется, в качестве управляемой координаты, давление рабочей жидкости в магистралях высокого давления гидрообъёмного механизма поворота;

– адаптация синтезированного алгоритма управления осуществляется на основе параметров G-сенсора бокового движения машины (скорость, ускорение и др.).

– предложен метод распознавания типов движения для отдельного регулирования.

Новизна технических решений подтверждена тремя патентами РФ на изобретения и полезную модель.

Практическая значимость результатов исследований состоит в создании методического обеспечения, позволяющего прогнозировать скоростные качества БГМ при движении на трассах с детерминированным и случайным изменением кривизны траектории. Реализация предложенного алгоритма управления движением позволяет повысить степень реализации потенциальных скоростных качеств транспортной машины на дорогах со случайным интенсивным изменением кривизны траектории до 38%.

Достоверность научных результатов работы подтверждается корректностью постановки задач и применяемых алгоритмов управления на основе методов перераспределения управляющих силовых воздействий, базирующихся на фундаментальных трудах отечественных и зарубежных ученых, а также результатами измерений с использованием современного высокоточного сертифицированного комплекса измерительной аппаратуры.

В работе на основе перераспределения управляющих силовых воздействий во времени (shaper-фильтры) для управления движением научно обоснована и решена задача повышения скоростных качеств машин при движении по дорогам с интенсивным изменением кривизны траектории, имеющая важное значение для развития соответствующей отрасли знаний.

При решении поставленной задачи теоретическими и экспериментальными исследованиями по уточнённой модели получены новые математические зависимости основных коэффициентов адаптивных shaper-фильтров от динамически изменяющихся параметров конструкции БГМ и её характеристик.

Проведённая верификация экспериментально полученных данных с результатами моделирования рассчитанных алгоритмов управления подтверждает достоверность дополненной математической модели, отражающей процесс управляемого движения и корректность основных допущений.

В ходе моделирования получен прогноз, согласно которому применение адаптивных shaping-фильтров и метода отдельного регулирования различных типов движения позволит повысить предельную скорость движения, при которой сохраняется управляемость транспортной машиной водителем, до 5 м/с и снизить перерегулирование переходных процессов с 15% до 3%.



Результаты проведенных исследований внедрены в ОАО «СКБМ» (г.Курган) и используются в учебном процессе ФГБОУ ВПО «Курганский государственный университет».

В качестве замечаний следует отметить следующие:

1. Из материалов автореферата не ясно, проводилась ли проверка адекватности разработанного математического аппарата исследуемому процессу по известным критериям математической статистики.

2. Не ясно также, может ли быть применим разработанный математический аппарат для БГМ других классов, кроме исследованной быстроходной гусеничной машины массой 14 тонн.

Однако отмеченные недостатки не снижают качество диссертационной работы.

**Вывод:** диссертация Карпова Е.К. представляет собой законченную квалификационную работу, в которой решена актуальная научная задача повышения подвижности быстроходной гусеничной машины с применением перераспределения управляющих силовых воздействий во времени с последующим синтезом автоматизированной системы управления движением, имеющая важное значение для развития соответствующей отрасли знаний. По своей новизне, научной и практической значимости полученных результатов, а также степени их реализации диссертация отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, и предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.03 – Колесные и гусеничные машины.

Заместитель начальника 4 ЦНИИ  
Минобороны России по научной работе  
кандидат технических наук  
старший научный сотрудник



А.В.Спренгель

Начальник управления  
кандидат технических наук  
старший научный сотрудник

В.В.Шкарбань

Старший научный сотрудник  
кандидат технических наук  
старший научный сотрудник

Ю.В.Майсак

Подписи Шкарбаня В.В., Майсака Ю.В. удостоверяю.

Ученый секретарь 4 ЦНИИ Минобороны России  
кандидат технических наук  
старший научный сотрудник

М.М.Бордюков

« 23 » 12 2014 г.